



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 195 30 055 B4** 2004.08.26

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **195 30 055.6**  
(22) Anmeldetag: **16.08.1995**  
(43) Offenlegungstag: **20.02.1997**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **26.08.2004**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **B21D 35/00**  
**B21D 26/02, B21D 28/00**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:  
**Schuler Hydroforming GmbH & Co. KG, 57234  
Wilnsdorf, DE**

(74) Vertreter:  
**Hemmerich, Müller & Partner, 40237 Düsseldorf**

(72) Erfinder:  
**Schäfer, August Wilhelm, 57489 Drolshagen, DE;  
Scholz, Hans Werner, 38446 Wolfsburg, DE;  
Handel, Adolf, 38110 Braunschweig, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE 43 22 063 C1**

**US 37 12 097**

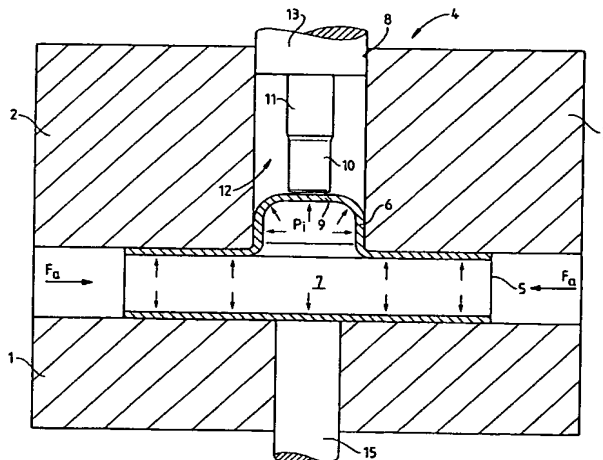
**KLAAS, F.: Anwendungsaspekte beim  
Innenhochdruck-**

**Umformen. In: wt Werkstatttechnik 79 (1989)  
210-214. Springer-Verlag 1989;**

**KLAAS, F.: Aufweitstauchen von Rohren durch  
Innenhochdruckumformen. In:  
Fortschrittsberichte  
VDI, Reihe 2, Fertigungstechnik, Nr. 142, VDI-  
Verlag 1987;**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Herstellen von doppelwandigen Durchbrechungen in Bauteilen nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Herstellen von doppelwandigen Durchbrechungen (Durchsetzungen), insbesondere zylindrische Lageraugen aufweisenden Bauteilen nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren aus einem metallischen, in ein Umformwerkzeug eingelegten Rohrabschnitt, der durch einen Innendruck und eine an den Rohrenden wirkende Axialkraft belastet wird, wobei sich ausbauchende Wandabschnitte des Rohres mit Gegenhaltern und -stempeln abgestützt werden, dadurch gekennzeichnet, dass eine domartige Abzweigung (6) hergestellt, eine Domkappe (9) von einem den sich während des Umformens ausbildenden Dom abstützenden ersten Gegenhalter (8) gegen einen das Bauteil dem Dom gegenüberliegend abstützenden zweiten Gegenhalter (15) nach innen umgestülpt wird, bis die Domkappe (9) und eine von dem zweiten Gegenhalter (15) abgestützte Fläche (19) eines Bauteils (5; 105) eine Doppelblechlage (20) bilden, woraufhin die Domkappe (9) von dem ersten Gegenhalter (8) angekerbt wird, beide Gegenhalter (8; 15) in Umstülprichtung bewegt und aus der Doppelblechlage (20) Blechenden (21, 22) ausgestanzt werden.



### Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von doppelwandigen Durchbrechungen, insbesondere zylindrische Lageraugen aufweisenden Bauteilen nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren aus einem metallischen, in ein Umformwerkzeug eingelegten Rohrabchnitt, der durch einen Innendruck und eine an den Rohrenden wirkende Axialkraft belastet wird, wobei sich ausbauchende Wandabschnitte des Rohres mit Gegenhaltern und -stempeln abgestützt werden.

### Stand der Technik

[0002] Das Innenhochdruck-Umformverfahren (von vorzugsweise rohrförmigen Werkstücken) ist im Stand der Technik bekannt und in der einschlägigen Literatur beschrieben (vgl. KLAAS, F.: Anwendungsaspekte beim Innenhochdruck-Umformen. In: wt Werkstattstechnik 79 (1998) 210–214. Springer-Verlag 1989. KLAAS, F.: Aufweitstauchen von Rohren durch Innenhochdruckumformen. In: Fortschrittsberichte VDI, Reihe 2, Fertigungstechnik, Nr. 142. VDI-Verlag 1987.) Es wird vorzugsweise zum Herstellen unterschiedlich geformter Hohlkörper angewendet. Wie bekannt, wird beim Innenhochdruck-Umformverfahren ein Rohrabchnitt, z.B. aus Stahl oder Kupfer, in ein mehrteiliges Innenhochdruck-Umformwerkzeug ohne feste Innenmatrize mit Umformstößeln und einer Innenhochdruckquelle eingelegt. Nach dem Verschließen der Enden des Rohrabchnitts durch die Umformstößel wird der Rohrabchnitt mit Hilfe eines geeigneten Druckmittels mit hohem Innendruck beaufschlagt und unter gleichzeitiger Beaufschlagung umgeformt. Der Axialdruck und der Innendruck bewirken, dass sich der Rohrabchnitt an die endgültige Form des Hohlkörpers aufweisende Innenkontur bzw. -wandung des Umformwerkzeugs anlegt. Beim Innenhochdruck-Umformen wird der Werkstoff in den plastischen Zustand versetzt, der während des gesamten Umformvorgangs unter Berücksichtigung von Werkstoffverfestigung und etwaiger Werkzeugkräfte aufrechterhalten wird.

[0003] Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, auch solche Bauteile durch Innenhochdruck-Umformung herzustellen, die als tragende Konstruktionselemente eingesetzt und mit anderen Bauteilen verbunden bzw. an diese angelenkt werden, wie beispielsweise im Falle von im Fahrzeugbau verwendeten Querlenkern oder Doppelquerlenker-Vorderachsen, an denen die Vorderräder über Stoßdämpfer befestigt sind. Diese Bauteile besitzen einen im wesentlichen rechteckigen Querschnitt, und zum Ausbilden der Anlenk- bzw. Befestigungspunkte werden die beiden einander gegenüberliegenden Wände des Hohlkörpers ausgestanzt, d.h. mit einer doppelwandigen Durchbrechung versehen, in die dann noch eine Stahl- oder Kunststoffbuchse eingebracht, z.B. mit

dem Hohlkörper verschweißt werden muß. Um ein solches Bauteil mit Buchsen in den Lageraugen bzw. Durchbrechungen herzustellen, sind somit verschiedene Arbeitsgänge erforderlich.

### Aufgabenstellung

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, mit dem sich mindestens eine doppelwandige Durchbrechung aufweisende Bauteile mit verringertem Aufwand herstellen lassen.

[0005] Diese Aufgabe wird in verfahrensmäßiger Hinsicht dadurch gelöst, dass eine domartige Abzweigung hergestellt, eine Domkappe von einem den sich während des Umformens ausbildenden Dom abstützenden ersten Gegenhalter gegen einen das Bauteil dem Dom gegenüberliegend abstützenden zweiten Gegenhalter nach innen umgestülpt wird, bis die Domkappe und eine von dem zweiten Gegenhalter abgestützte Fläche eines Bauteils eine Doppelblechlage bilden, woraufhin die Domkappe von dem ersten Gegenhalter angekerbt wird, beide Gegenhalter in Umstülprichtung bewegt und aus der Doppelblechlage Blechenden ausgestanzt werden. Die der Erfindung zugrunde liegende Überlegung, das beim Innenhochdruck-Umformen an sich bekannte Ausbilden einer oder mehrerer domartiger Abzweigungen zum Herstellen komplett fertiger Lageraugen in dem Hohlkörper-Formteil auszunutzen, macht jegliche Nachbearbeitung entbehrlich. Denn es brauchen in die Durchbrechungen bzw. Durchsetzungen der einander gegenüberliegenden Wandteile des Hohlkörper-Formteils keine separaten Buchsen mehr eingebracht zu werden. Diese ergeben sich nämlich selbsttätig durch das Umstülpen der domartigen Abzweigung ausgehend von der Domkappe nach innen; es versteht sich, dass die Höhe der domartigen Abzweigung so ausgelegt worden ist, dass sich nach dem Umstülpen die Domkappe an die gegenüberliegende Wandung des Hohlkörper-Formteils legt und dort eine Doppelblechlage bildet. Die Stülpweite, d.h. das von der Außenwand der domartigen Abzweigung bis zu dem Gegenhalter bzw. der Außenwand der durch das Umstülpen erreichten Buchse gerechnete Maß ist größer/gleich fünfmal der Wandstärke des Doms. Sobald die Domkappe und die von dem gegenüberliegenden zweiten Gegenhalter abgestützte Fläche des Hohlkörper-Formteils die Doppelblechlage einnehmen, wird die Domkappe von dem das Umstülpen bewirkenden, ersten Gegenhalter angekerbt, was das anschließende Ausstanzen der beiden Blechenden (Domkappe und abgestützte Hohlkörper-Formteifläche) begünstigt.

[0006] Es wird vorgeschlagen, dass das Umstülpen der Domkappe gegen den während des Umstülpvorgangs feststehenden zweiten Gegenhalter mit einer nur geringfügig über dem Innendruck in dem Bauteil liegenden Gegenhalterkraft durchgeführt wird. Hiermit wird ausgeschlossen, dass es schon mit Beginn

des Umstülpens zu einem während des Fließens des Materials gegebenenfalls nachteiligen Einschneiden bzw. Ankerben der Domkappe kommt; diese – dann verfahrensmäßig gewünschte – Wirkung tritt vielmehr erst dann ein, wenn die Domkappe zur Anlage gegen die abgestützte Fläche des Hohlkörper-Formteils gelangt.

[0007] Ein Vorschlag der Erfindung sieht vor, dass zum Ausstanzen der Blechronden die beiden Gegenhalter gemeinsam mit einer gegenüber der Vorschubgeschwindigkeit des ersten Gegenhalters beim Umstülpvorgang beschleunigten Stanzgeschwindigkeit bewegt werden. Die beschleunigte Geschwindigkeit unterstützt das Abreißen der Domkappen-Blechrunde entlang der Ankerbung und das Ausstanzen der darunterliegenden Blechrunde des Hohlkörper-Formteils.

#### Ausführungsbeispiel

[0008] Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Patentansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung, in der ein Ausführungsbeispiel des Gegenstandes der Erfindung näher erläutert ist. Es zeigen:

[0009] Fig. 1 als Einzelheit ein Umformwerkzeug einer weiter nicht gezeigten, als solche hinlänglich bekannten Innenhochdruck-Umformmaschine, im Längsschnitt dargestellt;

[0010] Fig. 2 als Einzelheit ein durch Innenhochdruck-Umformung hergestelltes, kompliziertes, mehrere Durchsetzungen bzw. Lageraugen aufweisendes Hohlkörper-Formteil (Querlenker); und

[0011] Fig. 3a, 3b, 3c als Einzelheit verschiedene Arbeitsstufen beim Ausbilden einer Durchsetzung bzw. doppelwandigen Durchbrechung eines Bauteiles, z.B. wie in Fig. 2 dargestellt, nämlich den Beginn des Umstülpens einer ausgebildeten domartigen Abzweigung (Fig. 3a), das Ende des Umstülpvorgangs einschließlich Ankerben der Domkappe (Fig. 3b) und das Ausstanzen der Blechronden und Kalibrieren die Durchsetzung bzw. des Lagerauges (Fig. 3c), im Teilschnitt schematisch dargestellt.

[0012] Die Fig. 1 zeigt in sehr schematischer Weise ein in den Werkzeugteilen 1, 2, 3 eines Umformwerkzeuges 4 einer nicht dargestellten Umformmaschine nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren aus einem zwischen die Werkzeugteile 1 bis 3 eingelegten Rohrabschnitt hergestelltes Bauteil (Hohlkörper-Formteil) 5. Die während des Aufweitstauchens einerseits die offenen Enden des Rohrabschnitts verschließenden und andererseits das Material für eine aufgehalste domartige Abzweigung 6 nachdrückenden Umformstößel sind nicht dargestellt und lediglich durch die von ihnen aufgebraachte Axialkraft  $F_a$  gekennzeichnet; über zumindest einen der gegeneinander arbeitenden Umformstößel wird das Druckmittel in das Hohlkörperinnere 7 eingeleitet. Unter dem somit herrschenden Innendruck  $P_i$  (vgl. auch die nicht bezifferten Druckpfeile) wird die domartige Abzwei-

gung 6 zwischen den beiden Werkzeugteilen 2, 3 ausgebildet; das Aufhalsen der Abzweigung 6 wird nach oben hin von einem ersten Gegenhalter 8 begrenzt, der zwischen die Werkzeugteile 2, 3 eingreift und sich – den Dom bzw. die Abzweigung 6 abstützend – gegen die Domkappe 9 legt.

[0013] Der die Abzweigung 6 abstützende, erste Gegenhalter 8 weist – wie näher den Fig. 3a bis 3c zu entnehmen ist – einen gestuften, nämlich aus einer vorderen Schneidkantenstufe 10 und einer dieser nachgeschalteten Kalibrierstufe 11 bestehenden Gegenhalterkopf 12 auf. Dieser besitzt einen gegenüber dem Halterschaft 13 kleineren Durchmesser und ist in sich ebenfalls noch einmal unterschiedlich dimensioniert, und zwar ist die eine Schneidkante 14 – gegebenenfalls ausgebildet als lediglich ein gegenüber der Schneidkantenstufe 10 geringfügig vorspringender Ansatz – aufweisende Schneidkantenstufe 10 von kleinerem Durchmesser als die Kalibrierstufe 11. Dem ersten Gegenhalter 8 liegt ein in dem Werkzeugteil 1 angeordneter zweiter Gegenhalter 15 gegenüber; dessen Durchmesser ist größer als der des Gegenhalterkopfes 12 des ersten Gegenhalters 8.

[0014] Den Fig. 3a bis 3c lassen sich einzelne Betriebsphasen zum Herstellen eines Durchsetzungen bzw. zylindrische Lageraugen 16 aufweisenden Hohlkörper-Form- bzw. Bauteils, z.B. ein in Fig. 2 dargestellter Querlenker für den Einbau in ein Fahrzeug, entnehmen. Es wird aus einem in das Umformwerkzeug eingelegten Bauteil (Hohlkörper-Flachprofil) 105 durch Aufweiten unter dem Innendruck  $P_i$  eine domartige Abzweigung 6 ausgebildet, deren Wölbung nach oben hin durch den Gegenhalter 8 begrenzt wird (vgl. die linke Hälfte von Fig. 3a), gegen den sich die Domkappe 9 der aufgewölbten Abzweigung 6 anlegt. Durch Beaufschlagung des an einen geeigneten Stellantrieb angeschlossenen Gegenhalters 8 mit der Kraft  $F_{\text{Stülp}}$  (vgl. den Pfeil in der rechten Hälfte von Fig. 3a) wird das Umstülpen der Domkappe 9 nach innen eingeleitet. Die Stülpweite 18 entspricht gemäß der rechten Hälfte von Fig. 3a mindestens der fünffachen Wanddicke  $S$  des Hohlkörper-Flachprofils 105. Der Innendruck  $P_i$  liegt nur geringfügig unterhalb der durch  $F_{\text{Stülp}}$  bewirkten Kraft des Gegenhalters 8, so dass die Schneidkante 14 die Domkappe 9 nicht schon während des Umstülpens einschneidet bzw. ankerbt.

[0015] Im Zuge des fortlaufenden Umstülpens nähert sich die Domkappe 9 immer mehr der von dem während des Umstülpens feststehenden Gegenhalter 15 abgestützten Bauteilfläche 19 an (vgl. die linke Hälfte von Fig. 3b), bis die Domkappe 9 zur Anlage an die Bauteilfläche 19 gelangt und mit dieser dort eine Doppelblechlage 20 bildet (vgl. die rechte Hälfte von Fig. 3b).

[0016] In dieser Position kerbt die Schneidkante 14 die zwischen dem ersten Gegenhalter 8 und dem feststehenden zweiten Gegenhalter 15 geklemmte Domkappe 9 an. Sobald das geschehen ist, werden die Gegenhalter 8 und 15 in Umstülprichtung gemein-

sam mit beschleunigter Geschwindigkeit  $V_{\text{Stanz}}$  angetrieben, wobei die Domkappe 9 entlang der Ankerbung als Blechrunde 21 abreißt und die von dem zweiten Gegenhalter 15 abgestützte Hohlkörperfläche als Blechrunde 22 ausgestanzt wird (vgl. die linke Hälfte von Fig. 3c).

[0017] Sobald eine im Übergangsbereich von der Schneidkantenstufe 10 zur Kalibrierstufe 11 angeordnete Kalibrierwulst 23 des Gegenhalterkopfes 12 sich gegen die nach innen umgestülpte Wandung der domartigen Abzweigung 6 legt (vgl. die linke Hälfte von Fig. 3c), beginnt das sich im Zuge der Gegenhalterbewegung fortsetzende Kalibrieren der ausgestanzten Durchsetzung zu dem fertigen Lagerauge 16 (vgl. die rechte Hälfte von Fig. 3c). Das an der Trennstelle der ausgestanzten Domkappe 9 bzw. der Blechrunde 21 nach innen vorstehende Ende 25 (Wandvorsprung) der Wandung 24 der domartigen Abzweigung 6 wird dabei gerichtet und an die Stirnkante der Ausstanzung des Bodens des Hohlkörper-Flachprofils 105 angepreßt, wie in der rechten Hälfte von Fig. 3c dargestellt. Der Umstülpvorgang ist abgeschlossen und das Lagerauge 16 völlig ausgeformt, nachdem gemäß der rechten Hälfte von Fig. 3c eine radial gegenüber der Kalibrierstufe 11 vorspringende Schulter 26 des Halterschaftes 13 die in der rechten Hälfte von Fig. 3c gezeigte Position erreicht hat, in der sie dem aus der Umstülpung erreichten hohlkammerartigen Wandprofil voll anliegt. Es ist danach ein einbaufertiges, ohne Nachbearbeitung buchsenartig eingefasste Durchbrechungen bzw. Lageraugen besitzendes Hohlkörper-Flachprofil (vgl. Fig. 2) fertiggestellt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von doppelwandigen Durchbrechungen (Durchsetzungen), insbesondere zylindrische Lageraugen aufweisenden Bauteilen nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren aus einem metallischen, in ein Umformwerkzeug eingelegten Rohrabschnitt, der durch einen Innendruck und eine an den Rohrenden wirkende Axialkraft belastet wird, wobei sich ausbauchende Wandabschnitte des Rohres mit Gegenhaltern und – stempeln abgestützt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine domartige Abzweigung (6) hergestellt, eine Domkappe (9) von einem den sich während des Umformens ausbildenden Dom abstützenden ersten Gegenhalter (8) gegen einen das Bauteil dem Dom gegenüberliegend abstützenden zweiten Gegenhalter (15) nach innen umgestülpt wird, bis die Domkappe (9) und eine von dem zweiten Gegenhalter (15) abgestützte Fläche (19) eines Bauteils (5; 105) eine Doppelblechlage (20) bilden, woraufhin die Domkappe (9) von dem ersten Gegenhalter (8) angekerbt wird, beide Gegenhalter (8; 15) in Umstülprichtung bewegt und aus der Doppelblechlage (20) Blechrunden (21, 22) ausgestanzt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Umstülpen der Domkappe (9) gegen den während des Umstülpvorgangs feststehenden zweiten Gegenhalter (15) mit einer nur geringfügig über einem Innendruck ( $P_i$ ) in dem Bauteil (5; 105) liegenden Gegenhalterkraft durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass zum Ausstanzen der Blechrunden (21, 22) die beiden Gegenhalter (8, 15) gemeinsam mit einer gegenüber der Vorschubgeschwindigkeit des ersten Gegenhalters (8) beim Umstülpvorgang beschleunigten Stanzgeschwindigkeit ( $V_{\text{Stanz}}$ ) bewegt werden.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

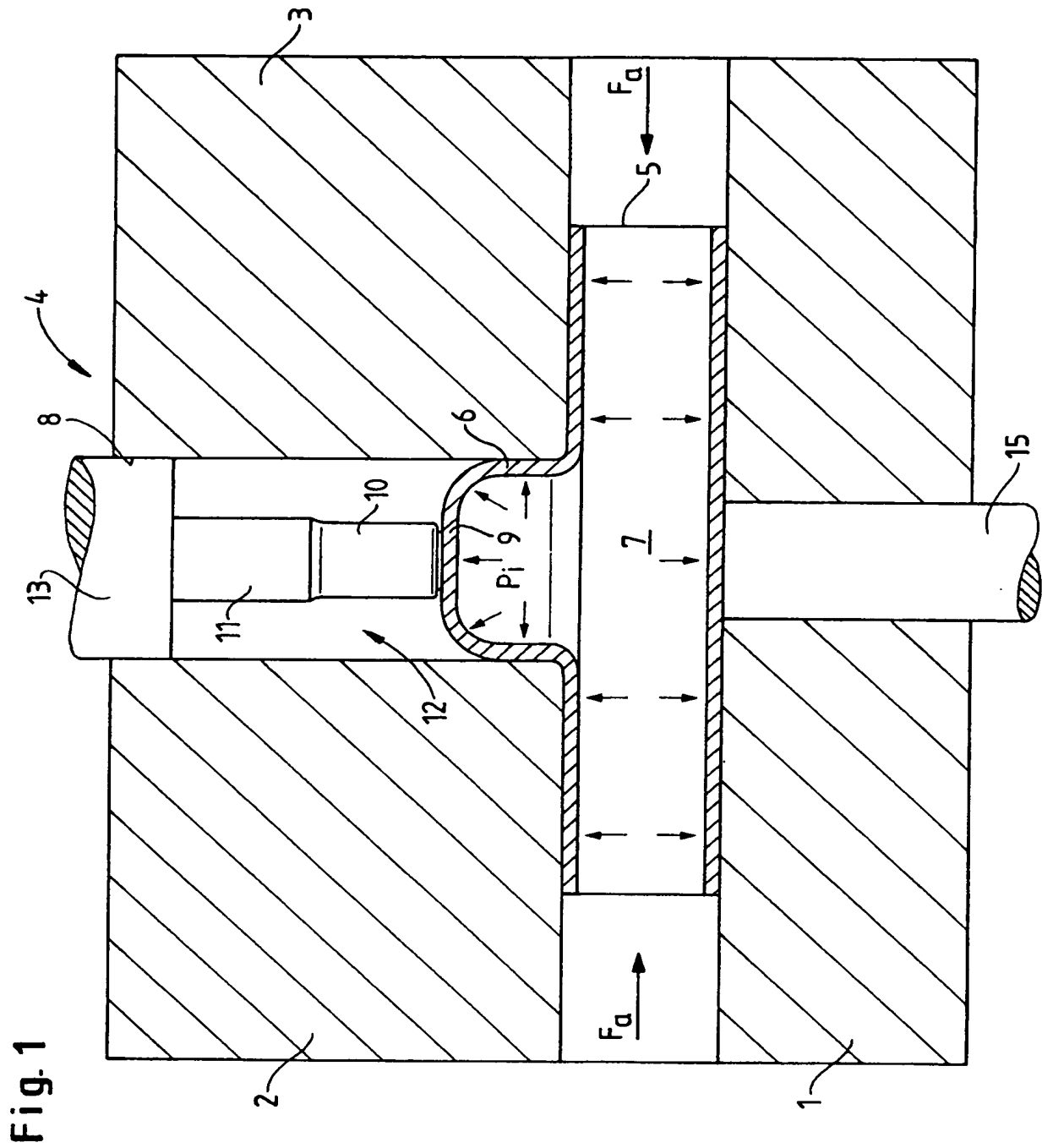
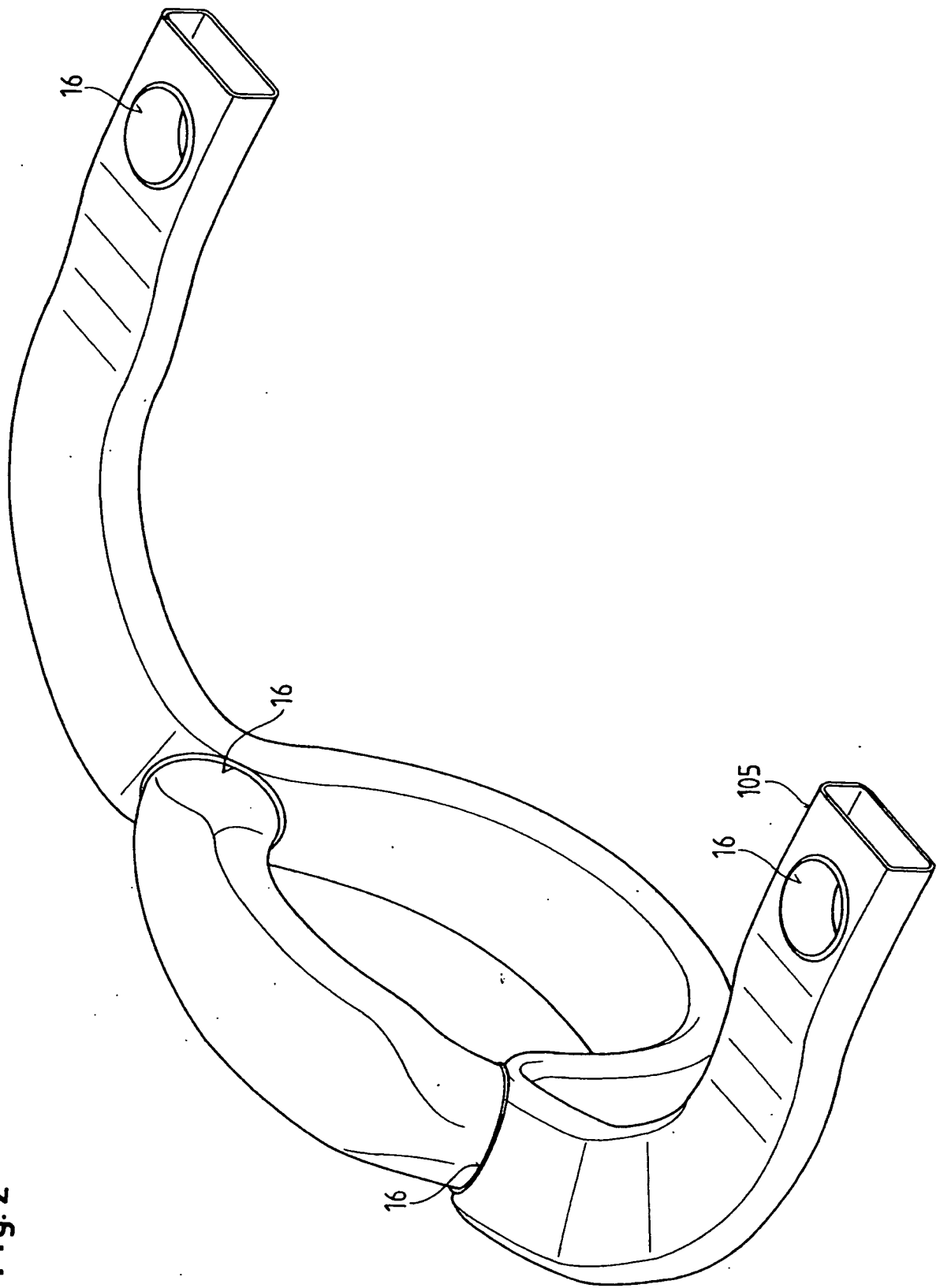
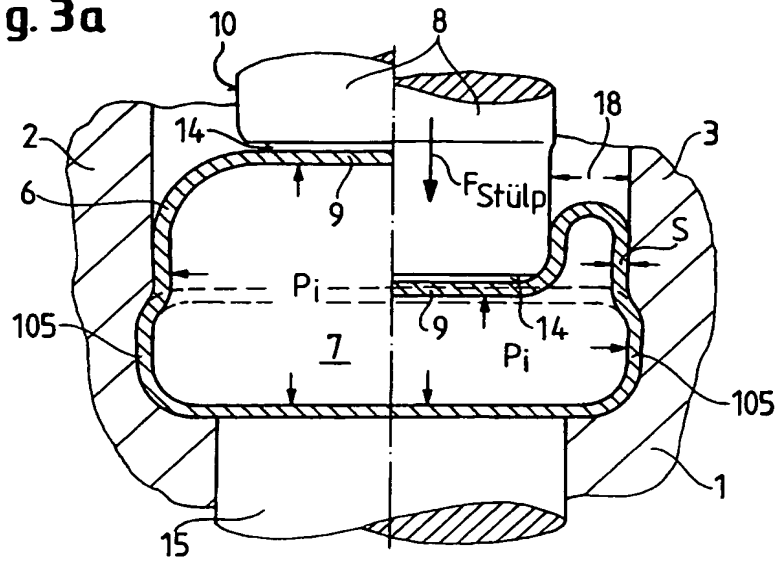


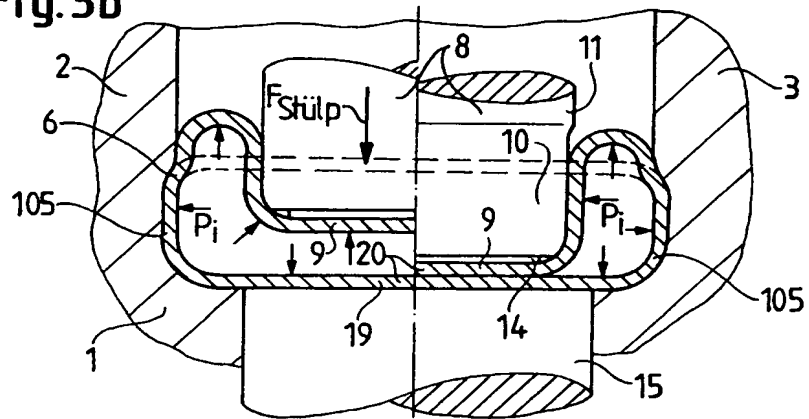
Fig. 2



**Fig. 3a**



**Fig. 3b**



**Fig. 3c**

